

PCT

世界知的所有権機関

国際事務局



## 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

<b>(51) 国際特許分類6</b> <b>G02B 23/26</b>	<b>A1</b>	<b>(11) 国際公開番号</b> <b>WO96/37796</b> <b>(43) 国際公開日</b> <b>1996年11月28日(28.11.96)</b>
<b>(21) 国際出願番号</b> PCT/JP96/01343 <b>(22) 国際出願日</b> 1996年5月21日(21.05.96) <b>(30) 優先権データ</b> 特願平7/125305 1995年5月24日(24.05.95) JP <b>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)</b> オリンパス光学工業株式会社 (OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.)[JP/JP] 〒151 東京都渋谷区幡ヶ谷二丁目43番2号 Tokyo, (JP) <b>(72) 発明者; および</b> <b>(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ)</b> 中村信一(NAKAMURA, Shinichi)[JP/JP] 〒192 東京都八王子市大和田町七丁目1番5-302号 Tokyo, (JP) <b>(74) 代理人</b> 弁理士 伊藤 進(ITO, Susumu) 〒160 東京都新宿区西新宿七丁目4番4号 武蔵ビル Tokyo, (JP)		<b>(81) 指定国</b> CN, JP, KR, RU, US, 欧州特許(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). <b>添付公開書類</b> 国際調査報告書
<b>(54) Title : STEREOSCOPIC ENDOSCOPE SYSTEM AND TV IMAGE PICKUP SYSTEM FOR THE ENDOSCOPE</b>  <b>(54) 発明の名称</b> 立体視内視鏡システム及び内視鏡用TV撮像システム    <b>(57) Abstract</b>  A mantle tube (111a) of a scope unit (131) and a constriction (123) are arranged mutually rotatably and the configuration of the outer portion (123c) of the constriction (123) fits the inner configuration of a scope joint (130a) of a TV camera unit (130). In this state of fitting, a ring screw (133) is threaded into a screw section (130b) to integrally join the scope unit (131) with the TV camera unit (130). As the outer portion (123c) of the constriction (123) and the scope joint (130a) fit each other, they can rotate with respect to an objective optical system (119) and a relay optical system (121) around the optical axis of the latter system (121). A liquid-crystal shutter (124) in the TV camera unit (130) has two light-screen regions (124a, 124b) that can be switched over at given time intervals, and these regions (124a, 124b) intercept each one of two luminous fluxes which have passed respectively openings (123a, 123b) of the constriction.		

# (57) 要約

スコープユニット (131) の外套管 (111a) と  
 絞り (123) とは互いに回動自在に配設されており、絞  
 り (123) の外形部 (123c) の形状とTVカメラユ  
 ニット (130) のスコープ接続部 (130a) の内形形  
 状とは一致して嵌合する。そして、絞り (123) の外形  
 部 (123c) の形状とスコープ接続部 (130a) の内  
 形形状とを嵌合させた状態で、ネジ部 (130b) にリン  
 グネジ (133) を螺合して、スコープユニット (131)  
 とTVカメラユニット (130) とを一体的に結合する。  
 このとき、絞り (123) の外形部 (123c) とスコー  
 プ接続部 (130a) とが嵌合しているので、両者は共に、  
 対物光学系 (119) 及びリレー光学系 (121) に対し  
 てリレー光学系 (121) の光軸を軸にして回転可能であ  
 る。また、TVカメラユニット (130) 内の液晶シャッ  
 タ (124) は、2つの遮光領域 (124a)、(124  
 b) を有し、時間的に交互に切り換えられるようになって  
 おり、遮光領域 (124a)、(124b) が絞り開口部  
 (123a)、(123b) のどちらか一方を通ってきた  
 2つの光束の片方だけをそれぞれ遮光する。

## 情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	DE	ドイツ	LI	リヒテンシュタイン	PL	ポーランド
AM	アルメニア	DK	デンマーク	LC	セントルシア	PT	ポルトガル
AT	オーストリア	EE	エストニア	LK	スリランカ	RO	ルーマニア
AU	オーストラリア	ES	スペイン	LR	リベリア	RU	ロシア連邦
AZ	アゼルバイジャン	FI	フィンランド	LS	レソト	SD	スーダン
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	FR	フランス	LT	リトアニア	SE	スウェーデン
BB	バルバドス	GA	ガボン	LU	ルクセンブルグ	SG	シンガポール
BE	ベルギー	GB	イギリス	LV	ラトヴィア	SI	スロベニア
BG	ブルガリア	GE	グルジア	MC	モナコ	SK	スロバキア
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	MD	モルドヴァ共和国	SN	セネガル
BR	ブラジル	GU	グアム	MG	マダガスカル	SZ	スワジランド
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	MK	マケドニア旧ユーゴスラ	TD	チャド
CA	カナダ	IL	イスラエル	ML	マリ	TG	トーゴ
CC	中央アフリカ共和国	IS	アイスランド	MN	モンゴル	TJ	タジキスタン
CF	コンゴ	IT	イタリア	MR	モーリタニア	TM	トルクメニスタン
CH	スイス	JP	日本	MW	マラウイ	TR	トルコ
CI	コート・ジボアール	KE	ケニア	MX	メキシコ	TT	トリニダード・トバゴ
CN	中国	KG	キルギスタン	NE	ニジェール	UA	ウクライナ
CU	キューバ	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NL	オランダ	UG	ウガンダ
CZ	チェコ共和国	KR	大韓民国	NO	ノルウェー	US	アメリカ合衆国
		KZ	カザフスタン	NZ	ニュージーランド	UZ	ウズベキスタン
						VN	ベトナム

## 明 細 書

## 発 明 の 名 称

立体視内視鏡システム及び内視鏡用TV撮像システム

## 技 術 分 野

本発明は、被写体を立体的に観察する際に用いる立体視内視鏡システム及び内視鏡用TV撮像システムに関する。

## 背 景 技 術

近年、体腔内に細長な挿入部を挿入することにより、体腔内の臓器を観察したり、必要に応じ、処置具チャンネル内に挿入した処置具を用いて、各種治療処置のできる内視鏡が広く用いられている。また、ボイラー・ガスタービン・エンジン・化学プラント等の配管・自動車エンジンのボディ等の内部の傷や腐蝕等の観察や検査等に、工業用内視鏡が広く利用されている。

前記内視鏡には、挿入部が軟性で、口腔等から屈曲した体腔内を挿通して、体腔内の患部を観察、あるいは診断できる軟性内視鏡や、挿入部が硬性で、目的部位に向けて直線的に挿入される硬性内視鏡がある。

前記軟性内視鏡は、光学式のものでは、可撓性のイメージガイドファイバを像伝達手段として用いている。また、

前記硬性内視鏡は、挿入部が硬性であるため狙撃性に優れ、像伝達手段としては一般的にリレー光学系を用いて光学像を得ている。

前記硬性内視鏡を含む内視鏡には、光学像を肉眼で直接観察するものと、撮像手段である電荷結合素子（CCD）等の固体撮像素子でとらえた光学像をモニター画面に表示して観察するものがある。

そして、外科手術の手技の発達に伴い従来の開腹手術に換えて内視鏡を使って腹部に小さな穴をあけて腹腔内を観察したり、腹腔内の手術を行う内視鏡下の外科手術が普及してきている。前述した各内視鏡では、例えば体腔内の画像を遠近感の無い平面の画像として見るものがほとんどであった。

このため、従来の平面の画像を観察する内視鏡では、診断指標として非常に重要な、例えば体腔内壁の表面の微細な凹凸を観察することが困難であった。これに対処するため、前述の平面の画像で観察を行う内視鏡に対して、立体的に観察することが可能なように光学系を配設した立体視内視鏡が提案されている。

この立体視可能な内視鏡の光学系として以下3つの代表的なタイプがある。

まず、特開平6-160731号公報には第1図に示すように2対物・2リレー光学系タイプの立体視内視鏡10が示されている。この立体視内視鏡10は、全く同じ2つ

の光学系を平行に配置して構成したものである。

この立体視内視鏡 10 は、この第 1 図に示すように、スコープユニット 11 内の対物光学系 12 a、12 b で結像された像 13 a、13 b が、リレーレンズ系で形成された伝送光学系 14 a、14 b によって所定の距離だけ伝送されていく。そして、レンズ 15 a、15 b で平行光にされて TV カメラユニット 16 に伝送される。

この TV カメラユニット 16 に伝送されたそれぞれの像は、結像レンズ 17 a、17 b を通って 2 つの撮像素子 18 a、18 b の撮像面上にそれぞれ結像されて光学像を得るものである。なお、符号 d1 は 2 つの光軸間の間隔であり、視差を表している。

次に、特開平 6-167658 号公報には第 2 図に示すように、1 対物・1 リレー光学系タイプの立体視内視鏡 20 が示されている。この立体視内視鏡 20 は、対物光学系及び伝送光学系であるリレーレンズ系を軸対称な 1 本の光学系で構成したものである。

この立体視内視鏡 20 は、この第 2 図に示すように、リレーレンズ系 21 の後端の瞳位置 22 に左右一對の絞り 23 a、23 b と結像レンズ 24 a、24 b とを視差 d2 の瞳間隔となるように配置している。このことにより、瞳が空間的に 2 つに分割されて、視差を有する左右一對の像を 2 つの撮像素子 25 a、25 b にそれぞれ結像させて光学像を得るものである。

次いで、本出願人は特願平 6—47189 号には第 3 図に示すような 2 対物・1 リレー光学系タイプの立体視内視鏡 30 が開示されている。

この立体視内視鏡 30 は、第 3 図に示すように、対物光学系 31 の前群 32 a、32 b を左右一対のレンズ系で間隔  $d_3$  の瞳間隔となるように構成し、前記対物光学系 31 の後群 33 及び伝送光学系であるリレーレンズ系 34 a、34 b、34 c を、軸対称な 1 本の光学系で構成したものであり、これらリレーレンズ系 34 a、34 b、34 c の後端に配置した瞳結像レンズ 35 から絞り 36 a、36 b を通って瞳が空間的に 2 つに分割され、左右一対の結像レンズ 37 a、37 b で左右の像を 2 つの撮像素子 38 a、38 b にそれぞれ結像させて光学像を得るものである。

前記第 1 図に示した 2 対物・2 リレー光学系タイプの立体視内視鏡 10 の利点は、通常の内視鏡光学系を並べて構成するだけで立体像が得られる。そして、立体感を最適化するには対物光学系の光軸間隔  $d_1$  を変化させれば良く、この場合、画角等の仕様に独立して最適化が可能なことから、前記第 2 図に示した 1 対物・1 リレー光学系タイプの立体視内視鏡 20 に比べて設計が容易である。

一方、前記立体視内視鏡 10 の欠点としては左右の光学系が別々に構成されているので部品点数が多くなり、組立てが煩雑で、各部品の誤差が原因となる左右像の倍率差、ピント位置のズレなどが多くなり、正常な立体視を行うた

めに細かな調整が必要になることである。

前記第2図に示した1対物・1リレー光学系タイプの立体視内視鏡20の利点は、対物光学系及びリレーレンズ系の構成が通常の内視鏡光学系と同じ構成であることである。このため、左右光路が共通な部分では製造誤差による像の変化が左右同様に発生するので、左右像の倍率差、ピント位置のズレが少ない。また、部品点数が少ないため組立性が良い。さらに、特開平6-59199号公報記載のようにリレーレンズ系までをスコープユニットとし、結像レンズから撮像素子までをTVカメラユニットにすることによって、両ユニット間を回転可能にして画像の向きを補正することが可能になる。

一方、前記立体視内視鏡20の欠点としては立体感を、画角等の仕様に対して独立して決めることができないことである。なお、立体感を決める左右の入射瞳間隔は、対物光学系の画角、リレーレンズ系のNA、絞り間隔等で決まる。また通常、対物光学系の入射瞳径は、リレーレンズ系の瞳径よりも小さくなることから前記第1図に示した2対物・2リレー光学系タイプの立体視内視鏡10と同じ挿入部外径で比較したとき立体感が小さくなる。

前記第3図に示した2対物・1リレー光学系タイプの立体視内視鏡30の利点は、対物光学系の2つの前群の光軸間隔 $d_3$ を変えることで画角等の仕様に対して独立させて立体感を最適化することができることである。また、対物



光学系の後群から瞳結像レンズまでが左右光路共通となっているので、左右像の倍率差、ピント位置のズレが少なく、部品点数が少なくなり、組立性が良好である。

一方、前記立体視内視鏡 30 の欠点は、瞳結像レンズまでをスコープユニットとし、この後ろから撮像素子までを TV カメラユニットとしたとき、両ユニットを回転させて画像の向きを補正することができないことである。これは、前記スコープユニットの左右の瞳は、対物光学系の前群で位置が固定されているためであり、回転させることによって光束がけられてしまう。

上述のように 3 つの代表的なタイプの立体視内視鏡とも利点及び欠点を合わせ持っている。このため、用途に応じて立体視内視鏡を使い分けていた。

しかしながら、上述した 3 つ代表的なタイプの立体視内視鏡を用途に応じて使い分ける場合にも以下のような不具合が生じる。

前記立体視内視鏡 20 及び立体視内視鏡 30 では、1 つの TV カメラユニットで射出瞳径あるいは射出瞳間隔の異なる、すなわちスコープ外径の異なるスコープユニットに交換して結合することができない。

これは、例えば第 2 図に示した立体視内視鏡 20 の左右一对の絞りと、結像レンズの光軸間隔とが固定であることからである。このため、リレー光学系の射出瞳径が小さいスコープユニットを取り付けると光束がけられ、逆に射出



瞳孔径が大きいスコープユニットを取り付けると取り込めない光束が多くなって光量的な無駄が多くなる。したがって、目的に応じて複数の直径のスコープユニットを用意し、使い分けるようにすると、スコープユニット同様、TVカメラユニットを複数用意しなければならなくなり、コスト面での問題が大きくなる。

また、どのタイプのTVカメラユニット共、他のタイプのスコープユニットに、交換して結合することができない。このように、互換性が無いため、目的に合わせて複数のタイプのスコープユニットを用意する際、同様に複数のTVカメラユニットを用意しなくてはならずコスト面での問題が発生する。

さらに、各タイプ共、TVカメラユニットは立体視内視鏡専用のものであり、通常の観察を行う硬性鏡との互換性がなかった。

又、各タイプにおいて、TVカメラユニットは左右一対の結像レンズを有している。このため、部品点数が多く、また左右の像に差が発生することからピント等の調整が必要であった。

そこで、本発明は、射出瞳孔あるいは左右射出瞳間隔やスコープ外径の異なるスコープユニットやタイプの異なるスコープユニット及び従来の硬性鏡に結合可能で、且つ、左右の像の誤差を小さくするTVカメラユニットを備えた立体視内視鏡システム及び内視鏡用TV撮像システムを提

供することを目的とする。

#### 発明の開示

第 1 の発明による立体視内視鏡システムは、細長な挿入部に配設した 1 つ以上の対物光学系及びこの対物光学系で結像した物体像を伝送する 1 つ以上の伝送光学系を備えるスコープユニットと、このスコープユニットから射出した光束を結像させる 1 つの結像光学系及びこの結像光学系を通過した像を撮像する撮像手段を備える TV カメラユニットとを有し、前記スコープユニットと前記 TV カメラユニットとは互いに着脱自在であって、前記 TV カメラユニット内に、複数の画像を分離する画像分離手段を設けたことを特徴とする。

第 1 の発明によれば、異なるスコープユニットに着脱自在な TV カメラユニット内に設けた画像分離手段によって、複数の画像を得ることができる。

第 2 の発明による内視鏡用 TV 撮像システムは、狭い部位に挿入可能な細長い挿入部を有するスコープユニットと、前記スコープユニットに装着可能な TV カメラユニットとを備え、前記 TV カメラユニットは単一の結像光学系と、この結像光学系の瞳を時間的に分割する手段と、前記結像光学系により形成された像を光電変換するための撮像手段とを内蔵し、前記瞳を時間的に分割する手段は、前記結像光学系の瞳に含まれる 2 つの部分領域に対して、一方が透

過で他方が遮蔽である状態と、前記一方が遮蔽で前記他方が透過である状態とを時間的に切り換えることを特徴とする。

第2の発明によれば、結像光学系の瞳に含まれる部分領域に対して、一方が透過で他方が遮蔽である状態と、前記一方が遮蔽で前記他方が透過である状態とを時間的に切り換えることで、結像光学系の瞳を時間的に分割することができる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は従来の2対物・2リレー光学系タイプのスコープユニットの構成を示す説明図、第2図は従来の1対物・1リレー光学系タイプのスコープユニットの構成を示す説明図、第3図は従来の2対物・1リレー光学系タイプのスコープユニットの構成を示す説明図、第4図は立体視内視鏡システムの全体構成を示す説明図、第5図の(A)は1対物・1リレー光学系タイプのスコープユニットの構成を示す説明図、第5図の(B)は前記第5図(A)のスコープユニットの挿入部に比べて、挿入部を細径に形成した1対物・1リレー光学系タイプのスコープユニットの構成を示す説明図、第5図の(C)は2対物・2リレー光学系タイプのスコープユニットの構成を示す説明図、第5図の(D)は2対物・1リレー光学系タイプのスコープユニットの構成を示す説明図、第5図の(E)は通常観察を行う

硬性鏡の構成を示す説明図、第5図の（F）は第5図の（A）、（B）、（C）、（D）、（E）に接続可能なTVカメラユニットの構成を示す説明図、第5図の（G）はTVカメラユニット内の液晶シャッタを示す説明図、第6図は立体視内視鏡システムにおけるスコープユニットとTVカメラユニットとを示す説明図、第7図の（A）は立体視内視鏡システムのTVカメラユニットにおけるオートフォーカス機能の概略構成を示す説明図、第7図の（B）は立体視内視鏡システムのTVカメラユニットにおける撮像素子に撮像される左右像の撮像状態を示す図、第8図の（A）は液晶シャッタの構成を示す説明図、第8図の（B）は液晶シャッタの2つの領域を示す説明図、第9図の（A）は第5図（A）または第5図（B）に示したスコープユニットとTVカメラユニットとの接続部付近の光学系の構成を示す説明図、第9図の（B）は第9図（A）の絞りに形成した絞り開口部の位置関係を示す説明図、第10図の（A）は機械的な遮光板を用いたシャッターの概略構成を示す説明図、第10図の（B）は遮光板の構成を示す図、第11図はスコープユニットとTVカメラユニットとの接続部付近の光学系の別の構成を示す説明図、第12図の（A）は第5図（A）または第5図（B）に示したスコープユニットに絞りを配置していないスコープユニットを示す説明図、第12図の（B）は第12図（A）のスコープユニットに接続されるTVカメラユニットを示す説明図、

第 1 3 図は絞りを配置した液晶シャッターの概略構成を示す説明図、第 1 4 図の (A) は液晶シャッターに配設した一方の透明電極の電極パターンの 1 例を示す図、第 1 4 図の (B) は液晶シャッターを配設した他方の透明電極の電極パターンの 1 例を示す図、第 1 5 図の (A) は液晶シャッターの a 1 部分だけを透過状態にするときの透明電極への電圧印加状態を示す図、第 1 5 図の (B) は液晶シャッターの a 2 部分だけを透過状態にするときの透明電極への電圧印加状態を示す図、第 1 6 図の (A) は第 1 の絞り板と第 2 の絞り板とによって絞り機能を持たせた液晶シャッターの別の構成を示す説明図、第 1 6 図の (B) は 2 枚の絞り板で構成した絞りを正面から見たときの図、第 1 6 図 (C) は液晶シャッターの絞りを構成する第 1 の絞り板を示す説明図、第 1 6 図 (D) は液晶シャッターの絞りを構成する第 2 の絞り板を示す説明図、第 1 6 図 (E) は絞りを切替えたときの状態を示す図、第 1 7 図の (A) は変更方向が互いに直角な偏光板を配置した TV カメラユニットの別の構成を示す説明図、第 1 7 図の (B) は第 1 7 図 (A) の偏光板の構成を示す図、第 1 8 図の (A) は偏向ビームスプリッタの代わりにスリット状偏光板を撮像素子の前面に配設した TV カメラユニットのまた別の構成を示す説明図、第 1 8 図の (B) は第 1 8 図 (A) の偏光板の構成を示す図、第 1 8 図の (C) は第 1 8 図 (A) のスリット状偏向板の構成の 1 例を示す図、第 1 8 図の (D) はスリッ

ト状偏向板の構成の他の例を示す図、第19図の(A)は1つのスコープユニットに視野方向の異なる2つの観察光学系を有し、光学系を平行に配設したスコープユニットの構成を示す説明図、第19図の(B)は第19図(A)のスコープユニットに接続されるTVカメラユニットを示す説明図、第19図の(C)は第19図(B)のTVカメラユニット内の瞳の分割領域を示す図、第20図の(A)は1つのスコープユニットに視野方向の異なる2つの観察光学系を有し、1対物・1リレー光学系タイプを2組み並行に配設したスコープユニットの構成を示す説明図、第20図の(B)は第20図(A)のスコープユニットに接続されるTVカメラユニットを示す説明図、第20図の(C)は第20図(B)のTVカメラユニット内の瞳の分割領域を示す図、第20図の(D)は偏光板を配設したTVカメラユニットの構成を示す説明図、第20図の(E)は偏向板の分割領域を示す図

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

第4図ないし第6図を参照して本発明の第1の実施形態を説明する。

第4図に示すように立体視内視鏡システム101は、立体視するための撮像光学系や照明光学系を内蔵した立体視内視鏡102と、この立体視内視鏡102に設けられてい

る照明光伝送手段であるライトガイド103に、照明光を供給する例えば白色光の照明光を発生するランプ104aやこの白色光を集光するレンズ104bを内蔵した光源装置104と、前記立体視内視鏡102に内蔵されている撮像手段である撮像素子105からの電気信号の信号処理を行うカメラコントロールユニット106（以下CCU106と記載する）と、このCCU106から出力される信号を映像信号に変換するスキャンコンバータ107と、このスキャンコンバータ107から出力される映像信号を表示するカラーモニタ108と、このカラーモニタ108に表示される画像を立体的に視認するためのシャッタ機能を有するシャッタメガネ109や前記CCU106から出力される信号を立体的に視認するために術者が装着するフェイスマウンテッドディスプレイ110（以下FMD110と記載する）などで構成されている。

前記立体視内視鏡102は、体腔内等に挿入される細長の挿入部111と、この挿入部111の後端に位置する術者により把持される把持部112とを有し、前記挿入部111は円管形状でステンレス等の硬質な金属部材で形成された外套管111aで形成されている。すなわち、この立体視内視鏡102は硬性の挿入部111を備えた、いわゆる硬性鏡である。

前記挿入部111には、平面画像を撮像する通常観察用の電子内視鏡と同様、光源装置104から供給される照明



光を伝送するライトガイド 1 0 3 と、このライトガイド 1 0 3 で伝送された照明光を照明窓 1 1 3 から出射して対象物 1 1 4 を照明する照明光学系とを有すると共に、この照明光学系を介して照らされた対象物 1 1 4 を立体視できるように、視差を有する 2 つの観察像を得るための後述する観察光学系が設けられている。本明細書中では前記観察光学系として、光電変換機能を備えた撮像素子に視差を有する 2 つの像を結像させる作用を有するものを使用するので撮像光学系ともいう。

前記把持部 1 1 2 にはライトガイド 1 0 3 の後端が臨まれるライトガイド口金 1 1 5 が設けられており、このライトガイド口金 1 1 5 にライトガイドケーブル 1 1 6 の一端が着脱自在に接続されるようになっている。また、前記ライトガイドケーブル 1 1 6 の他端にはライトガイドコネクタ 1 1 6 a が設けられており、光源装置 1 0 4 に着脱自在に接続されるようになっている。そして、前記光源装置 1 0 4 とライトガイド口金 1 1 5 とをライトガイドケーブル 1 1 6 で接続することによって、ランプ 1 0 4 a からの白色光がレンズ 1 0 4 b で集光されてライトガイドコネクタ 1 1 6 a の端面に照射され、この端面に照射された白色光がライトガイドケーブル 1 1 6、ライトガイド口金 1 1 5 を介してライトガイド 1 0 3 に供給される。このライトガイド 1 0 3 は、把持部 1 1 2 で屈曲されて挿入部内に挿通されている。このライトガイド 1 0 3 に供給された照明光

は、挿入部 1 1 1 の先端部 1 1 7 に設けられた照明窓 1 1 3 から照明光を出射する。

ここで、第 5 図 (A) を参照して観察光学系について説明する。

照明光によって照明された対象物 1 1 4 は、第 4 図及び第 5 図 (A) に示すように先端部 1 1 7 の照明窓 1 1 3 に隣接して配置されている観察窓 1 1 8 に対設する 1 対物・1 リレー光学系タイプの観察光学系を構成する対物光学系 1 1 9 によって結像位置に光学像 1 2 0 を結ぶ。この光学像 1 2 0 は、リレー光学系 1 2 1 によって挿入部 1 1 1 の後方側に伝送されていく。そして、リレー光学系 1 2 1 を伝送された最終像 1 2 2 は、離間して形成された絞り開口部 1 2 3 a, 1 2 3 b を備えた絞り 1 2 3 によって光束を二分される。

この二分された光束は、複数の画像を時間的に分離する手段である例えば、液晶シャッタ 1 2 4 によって交互に遮光され、結像レンズ 1 2 5 を通過して最終的に前記撮像素子 1 0 5 の光電変換面である撮像面に結像する。なお、第 4 図に示すように前記撮像素子 1 0 5 の撮像面の形状は、例えば正方形であり、この撮像面の縦方向あるいは横方向は、離間して形成された 2 つの絞り開口部 1 2 3 a, 1 2 3 b の左右方向に一致して配設されている。

そして、前記把持部 1 1 2 は、画像を時間的に分離する液晶シャッタ 1 2 4, 結像レンズ 1 2 5 及び撮像素子 1 0

5 を内蔵した TV カメラユニット 1 3 0 を形成し、前記挿入部 1 1 1 はライトガイド 1 0 3, 照明窓 1 1 3, 観察窓 1 1 8, 対物光学系 1 1 9 及びリレー光学系 1 2 1 を設けてスコープユニット 1 3 1 を形成している。

第 5 図 (F) 及び第 6 図に示すようにスコープユニット 1 3 1 の外套管 1 1 1 a と絞り 1 2 3 とは互いに回動自在に配設されており、絞り 1 2 3 の外形部 1 2 3 c の形状と TV カメラユニット 1 3 0 のスコープ接続部 1 3 0 a の内形形状とは略一致して嵌合するように構成されている。そして、前記絞り 1 2 3 の外形部 1 2 3 c の形状と TV カメラユニット 1 3 0 のスコープ接続部 1 3 0 a の内形形状とを嵌合させた状態で、TV カメラユニット 1 3 0 に設けたネジ部 3 0 b にスコープユニット 1 3 1 に設けたリングネジ 1 3 3 を螺合して、前記絞り 1 2 3 と TV カメラユニット 1 3 0、すなわち、スコープユニット 1 3 1 と TV カメラユニット 1 3 0 とを一体的に結合する。

このとき、絞り 1 2 3 の外形部 1 2 3 c と TV カメラユニット 1 3 0 のスコープ接続部 1 3 0 a とが嵌合しているので、両者は共に、対物光学系 1 1 9 及びリレー光学系 1 2 1 に対してリレー光学系 1 2 1 の光軸を軸にして回転できるようにになっている。

また、第 5 図 (G) に示すように TV カメラユニット 1 3 0 内の液晶シャッタ 1 2 4 は、2 つの遮光領域 1 2 4 a、1 2 4 b を有し、時間的に交互に切り換えられるようにな

っており、前記遮光領域 1 2 4 a、1 2 4 b が絞り開口部 1 2 3 a、1 2 3 b のどちらか一方を通ってきた 2 つの光束の片方だけをそれぞれ遮光するように配置されている。

なお、前記撮像素子 1 0 5 と C C U 1 0 6 とは T V カメラユニット 1 3 0 の後端から延出している信号ケーブル 1 3 2 によって接続されている。前記撮像素子 1 0 5 に結像した 2 つの絞り開口部 1 2 3 a、1 2 3 b を通って時間的に分離され撮像されて光電変換された電気信号は、C C U 1 0 6 で画像信号に信号処理され、この画像信号をスキャンコンバータ 1 0 7 に出力して映像信号に変換されてカラーモニタ 1 0 8 に出力される。このとき、カラーモニタ 1 0 8 には 2 つの絞り開口部 1 2 3 a、1 2 3 b を通って互いに視差を有する画像が時分割に表示される。このカラーモニタ 1 0 8 に表示された画像を、術者がシャッタメガネ 1 0 9 を介して観察するか、あるいは、術者に装着した F M D 1 1 0 で観察することによって、対象物 1 1 4 を立体的に視認することができるようになっている。

ここで、第 5 図を参照しスコープユニット 1 3 1 について説明する。

第 5 図 (A) は、1 対物・1 リレー光学系タイプのスコープユニット 1 3 1 a であり、このスコープユニット 1 3 1 a は対象物側から順に対物光学系 1 1 9、リレー光学系 1 2 1、絞り 1 2 3 を配置して、前記対物光学系 1 1 9 によって結像された光学像 1 2 0 をリレー光学系 1 2 1 によ

って手元側に伝送している。そして、このリレー光学系 1 2 1 によって伝送された最終像 1 2 2 の光束を、絞り 1 2 3 によって分離してスコープユニット 1 3 1 a から絞り 1 2 3 の外形部 1 2 3 c に嵌合して接続される TV カメラユニット 1 3 0 に射出するようになっている。前記絞り 1 2 3 には 2 つの絞り開口部 1 2 3 a、1 2 3 b が備えられており、リレー光学系 1 2 1 の光軸に対し軸対称に配置されている。この 2 つの絞り開口部 1 2 3 a、1 2 3 b の間隔及び径を調整することで立体感及び明るさ等を最適化することができる。なお、絞り開口部 1 2 3 a、1 2 3 b の離間方向 Y と、液晶シャッタ 1 2 4 の 2 つの遮光領域 1 2 4 a、1 2 4 b の境界線方向 X とは略直交している。また、前記絞り開口部 1 2 3 a、1 2 3 b がいわゆる射出瞳である。

一方、第 5 図 (B) は前記第 5 図 (A) と同様 1 対物・1 リレー光学系タイプのスコープユニット 1 3 1 b であるが、第 5 図 (A) のものよりスコープ外径が細径に形成されている。このため、このスコープユニット 1 3 1 b の 2 つの絞り開口部 1 2 3 a、1 2 3 b の間隔は第 5 図 (A) のものより狭くなっている。しかし、このスコープユニット 1 3 1 b の絞り 1 2 3 の外形部 1 2 3 c の外形形状は第 5 図 (A) のものと同様に形成されているので前記 TV カメラユニット 1 3 0 が接続できる。このとき、2 つの絞り開口部 1 2 3 a、1 2 3 b の離間方向 Y と、液晶シャッタ

1 2 4 の 2 つの遮光領域の境界線方向 X とが略直角に構成され、且つ 2 つの絞り開口部 1 2 3 a、1 2 3 b を境界線 1 2 4 c に対し略対称に配置されていることによって、2 つの絞り開口部 1 2 3 a、1 2 3 b の間隔が変わっても視野けられがないため撮像が可能である。なお、外径寸法以外の構成は前記第 5 図 (A) と同様である。

一方、第 5 図 (C) は 2 対物・2 リレー光学系タイプのスコープユニット 1 3 1 c であり、第 5 図 (B) と同様な構成の 2 つの光学系を平行に配置したものである。そして、前記対物光学系 1 1 9 a、1 9 b で結像した光学像 1 2 0 a、1 2 0 b はリレー光学系 1 2 1 a、1 2 1 b によって手元側へ最終像 1 2 2 a、1 2 2 b が伝送され、レンズ 1 3 5 a、1 3 5 b によって略平行光になってスコープユニット 1 3 1 c から絞り 1 2 3 の外形部 1 2 3 c に嵌合して接続される TV カメラユニット 1 3 0 に射出するようになっている。

このとき、このスコープユニット 1 3 1 c と TV カメラユニット 1 3 0 とを回転させると、前記スコープユニット 1 3 1 c が 2 対物・2 リレー光学系タイプであるため、射出端の射出瞳 1 3 6 a、1 3 6 b と TV カメラユニット 1 3 0 の液晶シャッタ 1 2 4 とが相対的に回転してしまうので、2 つの射出瞳 1 3 6 a、1 3 6 b から出射する光束を交互に遮光できなくなる。したがって、この場合にはスコープユニット 1 3 1 c と TV カメラユニット 1 3 0 とが互

いに回転できないように螺合固定する構造にしたり、回転させる場合には液晶シャッタ 1 2 4 の遮光領域 1 2 4 a、1 2 4 b がスコープユニット 1 3 1 c に対して機械的または電氣的に一緒に回転できるようにする。

なお、前記スコープユニット 1 3 1 c の射出瞳 1 3 6 a、1 3 6 b は左右のレンズ 1 3 5 a、1 3 5 b によってそれぞれ形成されるため、絞り 1 2 3 に絞り開口部を形成しないで開口にしてよい。

第 5 図 (D) は 2 対物・1 リレー光学系タイプのスコープユニット 1 3 1 d であり、対象物側から順に、対象物側開口部が 2 つに分離された対物光学系 1 1 9、リレー光学系 1 2 1 及び瞳結像レンズ 1 3 7 を配設している。前記対物光学系 1 1 9 は、互いに光軸間隔を離間させて並行に配置された構成が同じである前群光学系 1 3 8 a、1 3 8 b と、1 つの一致した光軸となるように配置された後群光学系 1 3 9 とによって構成されており、視差を有する 2 つの光学像 1 2 0 a、1 2 0 b が空間的にほぼ一致した位置に結像し、この光学像 1 2 0 a、1 2 0 b がリレー光学系 1 2 1 によって手元側に等倍でリレーされる。そして、瞳結像レンズ 1 3 7 によって略平行光にされてスコープユニット 1 3 1 d から絞り 1 2 3 の外形部 1 2 3 c に嵌合して接続される TV カメラユニット 1 3 0 に射出されるようになっている。

このとき、前記第 5 図 (C) と同様に、前記スコープユ



ユニット 1 3 1 d と前記 T V カメラユニット 1 3 0 とを回転させた場合、前記スコープユニット 1 3 1 d の射出瞳 1 4 0 a、1 4 0 b と T V カメラユニット 1 3 0 の液晶シャッタ 1 2 4 とが相対的に回転してしまうので、2 つの射出瞳 1 4 0 a、1 4 0 b から出射する光束を交互に遮光することができなくなる。したがって、この場合にもスコープユニット 1 3 1 d と T V カメラユニット 1 3 0 とが互いに回転できないように螺合固定する構造にしたり、回転させる場合には液晶シャッタ 1 2 4 の遮光領域 1 2 4 a、1 2 4 b がスコープユニット 1 3 1 d に対して機械的または電氣的に一緒に回転できるようにする。なお、射出瞳 1 4 0 a、1 4 0 b は先端側に位置する前群光学系 1 3 8 a、1 3 8 b によって形成されるため、絞り 1 2 3 に絞り開口部を形成せず開口でもよい。

第 5 図 (E) は平面像で通常観察を行う硬性鏡のスコープユニット 1 3 1 e である。対物光学系 1 1 9 で結像した光学像 1 2 0 は、リレー光学系 1 2 1 で手元側へ伝送され、レンズ 1 4 1 で略平行光にされてスコープユニット 1 3 1 e から絞り 1 2 3 の外形部 1 2 3 c に嵌合して接続される T V カメラユニット 1 3 0 に射出するようになっている。

この T V カメラユニット 1 3 0 が硬性鏡のスコープユニット 1 3 1 e に接続された場合は、液晶シャッタ 1 2 4 を作動させずに両遮光領域 1 2 4 a、1 2 4 b を共に開放状態にするか、あるいはこの液晶シャッタ 1 2 4 を作動させ

たときには、左右像のうちどちらか一方だけを表示して通常観察画像を得る。なお、この硬性鏡は、当然スコープユニット 1 3 1 e と T V カメラユニット 1 3 0 とがリレー光学系 1 2 1 の光軸に対して互いに回転できるようになっている。

また、前記硬性鏡のスコープユニット 1 3 1 e であっても前記 T V カメラユニット 1 3 0 を接続することで他のスコープユニットと同様に立体視観察を行うことができる。すなわち、通常の硬性鏡の接眼レンズであるレンズ 1 4 1 から略平行に射出された単一の光束の 2 つの部分領域を、T V カメラユニット 1 3 0 内に設けた時間的に瞳を分割する手段である例えば液晶シャッターや機械的な回転遮光板で交互に遮蔽することで互いに視差のある左右像が得られる。

すなわち、前記スコープユニット 1 3 1 a, 1 3 1 b, 1 3 1 c, 1 3 1 d, 1 3 1 e において、T V カメラユニット 1 3 0 との嵌合部である絞り 1 2 3 の外形部 1 2 3 c の形状を共通に形成しているので、1 つの T V カメラユニット 1 3 0 がどのスコープユニット 1 3 1 a, 1 3 1 b, 1 3 1 c, 1 3 1 d, 1 3 1 e にも結合可能である。

このように、複数のスコープユニットの絞りの外形部の形状と 1 つの T V カメラユニットのスコープ接続部の内形形状とが嵌合するように形成することにより、T V カメラユニットを複数のスコープユニットに対して着脱自在な構

成にすることができる。このことにより、使用頻度が高くなる撮像素子が故障した場合でも修理・交換を容易に行える。また、感度の高い撮像素子、あるいは、画素数の多い撮像素子を設けた高感度TVカメラユニットや高解像度TVカメラユニットと、視野方向、視野角、立体感、またはスコープ外径等の異なるスコープユニットとの互換性を持たせることができる。また、前記スコープユニットとTVカメラユニットとを装着した状態で、TVカメラユニットがスコープユニットのリレー光学系の光軸に対して回転可能にすることにより、像の向きの補正も可能にすることができる。

また、TVカメラユニットで視差のある複数の像を撮像手段上に物体像を形成するために1つの結像光学系を用い、複数のスコープユニットの絞りの外形部の形状と1つのTVカメラユニットのスコープ接続部の内形形状とが嵌合するように形成しているので、射出瞳孔あるいは射出瞳孔間の異なるスコープユニットを取り付けた場合でも光束のけられを生ずること無く観察を行うことができる。このことによつて、結像光学系の瞳の大きさを、使用するスコープユニットのうち射出瞳孔が最も大きいもの、あるいは射出瞳孔間隔が最も大きいものに合わせて設定することによつて、全てのスコープユニットについて射出光が漏れることなく効率良く結像光学系での結像に使用される。

さらに、TVカメラユニットに1つの結像光学系を用い

ているから、視差を持つ2つの像を形成するための光学系が左右共通であり、製造誤差に伴う像の変化は左右共通に発生するため、左右像の倍率誤差、ピント位置のずれが少なく、且つ、部品点数が少なくて組立性を向上させたTVカメラユニットを提供することができる。

なお、前記TVカメラユニット130の結像レンズ125を、例えば、ズームレンズなどの変倍光学系にし、各スコープユニットの最終像122、122a、122bの大きさの違いに対応させて画面サイズを拡大あるいは縮小して観察できるようにしてもよい。このとき、変倍比を例えば1.5倍～5倍程度とし、ピント調整が可能なように結像レンズ125を軸方向に移動可能にすることがのぞましい。また、小型化のために、非球面レンズ、屈曲率分布型レンズ、回折型レンズ素子等を使用してもよい。

さらに、TVカメラユニットのピント調整を自動で行うようにしてもよい。このとき、第7図(A)に示すように、TVカメラユニット内に結像レンズ125を軸方向に移動させるためのモーターA1を設け、このモーター171の駆動力をカムあるいはギヤなどで構成した移動装置172に伝達して結像レンズ125を移動させるように構成している。なお、第7図(B)に示すように撮像した左右像105L、105Rの電気信号は、CCU106で画像信号に信号処理されるが、このとき、画像の略中心部における左右像105L、105Rのそれぞれの輝度信号を用い、

これ进行处理することによって、CCD 105 上における左右像の中心部のずれ量を検出する。そして、このずれ量に基いて、CCU 106 からモーター 171 へ駆動信号を出力して結像レンズ 125 を移動させて、ずれ量がゼロと判断されるまでモーター 171 による結像レンズ 125 の駆動を行う。

第 8 図を参照して液晶シャッタ 124 の構造を説明する。

第 8 図 (A) に示すように液晶シャッタ 124 は、2 枚の偏光板 145 a、145 b と、2 枚の透明基板 146 a、146 b と、この基板上に形成された透明電極 147 a、147 b と、液晶層 148 と、この液晶層 148 の層厚を一定に保つと同時に液晶を封じておくためのシール剤 149 とから構成されている。なお、前記液晶の駆動方法としては、電界効果型、動的散乱型、熱効果型のいずれも用いることができるが、電界効果型のツイステッドネマティックモード（以下 TN モードと記載する）が最も一般的で使いやすい。

そして、第 8 図 (A) に示すように両側に位置する基板 146 a の透明電極 147 a と、基板 146 b の透明電極 147 b とをそれぞれ 2 つの領域 124 a、124 b に分け、交互に電圧を印加することで、第 8 図 (B) に示すように 2 つの領域 124 a、124 b を交互に遮光することができるようになっている。

前記液晶シャッタ 124 の遮光時の透過率は、光の入射

角に依存し、光の入射角が大きいほど透過率が大きくなってシャッター効果が薄れてしまう。このため、液晶シャッター 1 2 4 への入射角を最大でも 20°、でき得るならば入射角を 10° 以下にするとよい。

また、第 9 図 (A), (B) に示すように前記第 5 図 (A) または第 5 図 (B) に示したスコープユニットと TV カメラユニットとの接続部付近の光学系では最終リレーレンズ 1 2 1 e の最終像 1 2 2 の高さを h、最終像 1 2 2 から絞り 1 2 3 までの距離を L、絞り開口部 1 2 3 a、1 2 3 b の径を  $\phi$ 、絞り開口部 1 2 3 a と絞り開口部 1 2 3 b との間隔を d とすると、液晶シャッター 1 2 4 への入射角の最大値  $\theta$  は

$$\theta = \tan^{-1} \{ [h + (d + \phi) / 2] / L \}$$

のように表される。

一方、第 5 図 (D) または第 5 図 (E) のスコープユニットにおいて、第 1 1 図に示すように最終リレーレンズ 1 2 1 e の最終像 1 2 2 の後方にレンズ 1 3 7 を配置し、略平行光にしてスコープユニット 1 3 1 から射出させると、この場合、液晶シャッター 1 2 4 への入射角の最大値  $\theta$  は、最終リレーレンズ 1 2 1 e の最終像 1 2 2 の像高さを h、レンズ 1 3 7 の焦点距離を f とすると、

$$\theta = \tan^{-1} (h / f)$$

のように表される。

したがって、上述の式と液晶シャッター 1 2 4 への最大の

入射角を  $20^\circ$ 、できるならば入射角を  $10^\circ$  以下になるように設定することを踏まえて各パラメータを決めるとよい。

なお、TVカメラユニット130に設けた複数の画像を、時間的に分離する液晶シャッタ124の代わりに、機械的な遮光板であってもよい。即ち、第10図(A)に示すように機械的な遮光板を用いてシャッター175を構成する場合には、例えば円形の遮光板176をモーター177で回転させる。このことにより、第10図(B)に示すように前記遮光板176には2つの開口部176a、176bが設けてあるので、図中の絞り123に設けられている2つの開口部123a、123bを通過したそれぞれの光束が交互に遮蔽される。また、電気化学反応を利用したエレクトロクロミック素子、着色コロイド粒子の電着反応を利用した電気泳動型の遮光素子等であってもよい。

また、TVカメラユニット130には赤外光カットフィルターやレーザー光カットフィルター、色補正フィルター等を必要に応じて入れてもよいが、小型化のためにはこれらを液晶シャッタ124に一体、あるいは共通化して構成することが望ましい。例えば前記液晶シャッタ124を構成する偏光板145あるいは透明基板146に、レーザー光カット用の干渉膜をコートしたり、透明基板146に赤外カットフィルターや色補正フィルターを用いるといった方法が簡便である。



さらに、前記TVカメラユニット130の撮像素子105としては、CCD、PCD、CMD、AMI、SITの名称で一般に知られている各種固体撮像素子や、サチコン、ビジコン、HARP管などの名称で一般に知られている撮像管であっても良い。そして、イメージインテンシファイヤ等を利用して感度を向上させるようにすることもできる。

又、撮像素子は単板式でカラー撮像を行うものでも良いし、2板あるいは3板カメラとして構成することでカラー化してもよいし、撮像素子105をTVカメラユニット130内に一体にしても、別ユニットにして交換可能にしても良い。

尚、前記立体視内視鏡システム101では白色光の照明のもとで、モザイクフィルタ等の色分離フィルタを配置した撮像素子105を用いてカラー撮像を行う同時式の照明及び撮像方式を採用しているが、これに限定されるものでなく、赤、緑、青等の波長域の照明光を順次対象物側に出射する面順次照明のもとで、色分離フィルタを有さない撮像素子105で撮像して3原色等の色成分画像を得ることによりカラー撮像を行う面順次撮像方式でも良い。

前記液晶シャッターは上述の構成に限定されるものではなく、以下のように構成することもできる。

第12図に示すように前記第5図(A)あるいは第5図(B)のスクープユニット131に絞りを配置しない場合、TVカメラユニット130に配設される液晶シャッタ12

4 A にシャッター機能に加えて絞り機能を持たせている。  
すなわち、第 13 図に示すように基本的には前記第 8 図に示した液晶シャッタ 124 の構造と同じであるが透明基板 150 a、150 b 及びこの透明基板 150 a、150 b の上に透明電極 151 a、151 b を両側に 1 枚ずつ追加している。

そして、第 14 図 (A) 及び第 14 図 (B) に示すように外側に位置する透明電極 147 a、147 b により絞り制御を行い、内側に位置する透明電極 151 a、151 b によりシャッター制御を行うようにしている。

すなわち、液晶シャッタ 124 A に電圧を印加すると、第 15 図に示すよう TN モードでは 2 つの偏光板 145 a、145 b の偏光方向を揃えたとき、電圧が印加された部分では光の偏光方向が変化しないことからこの部分で光は遮光されない。逆に、電圧が印加されていない部分では偏光方向が 90° 回転するので光が遮光される。したがって、電極 A にしきい値より少し低い一定電圧をかけておき、電極 a1、a2 にパルス電圧を印加することによって、電極 A と電極 a1、a2 の重なった部分でシャッターが構成される。

また、第 16 図 (A) に示す液晶シャッタ 124 B は、絞り機能を TV カメラユニット 130 側に持たせるものであり、第 16 図 (B) に示すように液晶シャッタ 124 の前面に機械的な第 16 図 (C) に示す第 1 の絞り板 152

と、第 16 図 (D) に示す第 2 の絞り板 153 とを配置して構成したものである。前記第 1 の絞り板 152 には軸対称にそれぞれ例えば 2 組の開口部 154 a、154 b 及び 155 a、155 b が、そして、前記第 2 の絞り板 153 には開口部 153 a、153 b がそれぞれ所定の径及び間隔で形成されている。この液晶シャッタ 124 B の絞り機能は、固定されている第 2 の絞り板 153 に対して第 1 の絞り板 152 を回転させることによって第 16 図 (E) に示すように各スコープユニットに合った絞り開口部に切り換えることができるようになっている。

次に、TV カメラユニット内に複数の視差を持つ画像を、偏光を用いて分離する手段について説明する。

第 17 図 (A) に示すように本実施の形態の TV カメラユニット 156 には第 17 図 (B) に示すように 2 つの偏光方向が互いに直角な領域 157 a、157 b を有する偏光板 157 が配設されており、この偏光板 157 を通過した左右像の光束は結像レンズ 125 で収束光となり、偏光ビームスプリッタ 158 で左像・右像の光束に分離され、それぞれ別々に設けられている撮像素子 105 a、105 b の撮像面上に結像されて立体像を得ることができるようになっている。

その他の構成は上述の実施の形態と同様であり、この TV カメラユニット 156 に結合するスコープユニット 131 は第 5 図に示したものと同様の構成であり、前記 TV カ

メラユニット 1 5 6 とスコープユニット 1 3 1 との嵌合部分の形状も同様である。

前記 T V カメラユニット内の偏光板 1 5 7 は、2 つ偏光方向が互いに直角な領域 1 5 7 a、1 5 7 b を有し、片方の偏光領域にはスコープユニット 1 3 1 からの射出瞳（1 2 3 a、1 2 3 b、1 3 6 a、1 3 6 b または 1 4 0 a、1 4 0 b）を通過した 2 つの光束の一方だけがそれぞれ透過するように配置されている。前記 2 つの射出瞳の離間方向 Y と、偏光板の 2 つの偏光領域 1 5 7 a、1 5 7 b の境界線方向 X とは略直交している。

第 1 8 図（A）は前記第 1 7 図に示した実施の形態の変形例であって、T V カメラユニット 1 5 6 に偏光ビームスプリッタ 1 5 8 を配設する代わりに撮像素子 1 0 5 の前面に、互いに偏光方向が直交するスリット状偏光板 1 5 9 を、第 1 8 図（C）または第 1 8 図（D）に示すように交互に複数配設したものである。すなわち、スリット状偏光板 1 5 9 の 2 つの偏光方向と偏光板 1 5 7 の 2 つの偏光方向とが一致しているため、左右の像が 1 つの撮像素子 1 0 5 の撮像面上にスリット状に交互に結像する。このため、撮像素子 1 0 5 の撮像面に結像して取り込んだ電気信号の左右像を信号処理して別々に表示させることで立体像を得ることができるようになっている。

ところで、第 1 9 図及び第 2 0 図は、1 つのスコープユニット 1 3 1 f、1 3 1 g に視野方向の異なる 2 つの観察

光学系を設けたものである。これらのスコープユニット 1 3 1 f、1 3 1 g も上述の実施の形態同様、立体視内視鏡システム 1 0 1 の TV カメラユニット 1 3 0 に結合可能なように絞り 1 2 3 の外形部 1 2 3 c を同様の形状に形成している。

すなわち、第 1 9 図 (A) に示すようにこの硬性鏡は、視野方向が異なるだけで、挿入部には観察光学系が 2 つ平行に配設されている。すなわち、スコープユニット 1 3 1 f の 2 つの射出瞳 1 3 6 a、1 3 6 b から射出する最終像 1 2 2 a、1 2 2 b を第 1 9 図 (B) に示す TV カメラユニット 1 3 0 を用いて時間的にあるいは偏光を用いて分離して撮像することが可能である。

一方、第 2 0 図 (A) は視野方向の異なる 1 対物・1 リレー光学系タイプの立体視内視鏡観察光学系を 2 本平行に配置したものである。すなわち、このスコープユニット 1 3 1 g には直視方向の左右の射出瞳 1 2 3 a、1 2 3 b と斜視方向の左右の射出瞳 1 2 3 d、1 2 3 e の 4 つの射出瞳から射出する最終像を、第 2 0 図 (B) に示す TV カメラユニット 1 3 0 で時間的にあるいは偏光を用いて分離して撮像することを可能にしたものである。

すなわち、時間的に瞳を分離する場合、瞳の分離領域は第 2 0 図 (C) に示すように 4 つの領域 1 6 0 a、1 6 0 b、1 6 0 c、1 6 0 d とし、領域 1 6 0 a、1 6 0 b から直視方向の左右像を取り込み、領域 1 6 0 c、1 6 0 d

から斜視方向の左右像を取り込む。

また、偏光を用いて瞳を分離する場合は第 17 図 (A) に示した TV カメラユニット 156 に、第 20 図 (D) に示すように遮光板 161 を配設し、この遮光板 161 で第 20 図 (E) に示すようにまず、片方の視野方向の瞳に限定した後、偏光板 157、偏光ビームスプリッタ 158 で左像・右像の光束に分離され、それぞれ別々に設けられている撮像素子 105a、105b の撮像面上に結像させて立体像を得ることができるようになっている。なお、前記遮光板 161 は機械的に回転可能な板でもよいし、液晶等を用いて電氣的に遮光できるものでも良い。

なお、上述の直視方向と斜視方向の 2 つの視野方向の画像をモニターに表示する際は、1 つのモニターの画面上に必要な応じて切り換えて表示したり、モニターの画面を複数に分割して同時に表示するようにしてもよい、また 2 つのモニターに別々に表示させるようにしてもよい。

上述のように本発明においては、視差のある複数の像を撮像手段上に物体像を形成するために 1 つの結像光学系を用いている。このため、前記結像光学系の瞳の大きさを十分大きくしておけば、射出瞳径あるいは射出瞳間隔の異なるスコープユニットを 1 つの TV カメラユニットに取り付けても光束のけられを生ずること無く観察を行うことができる。

より具体的には、結像光学系の瞳の大きさを、使用する

スコープユニットのうち射出瞳孔径が最も大きいもの、あるいは射出瞳孔間隔が最も大きいものに対応するように設定しておけば、全てのスコープユニットについて射出光を漏らすことなく、結像光学系での結像に使用することができる。

また、視差を持った複数の像を順次撮像するためには、結像光学系の瞳を互いに異なる半分ずつなどの領域に時分割的に透過・遮蔽を交互に切り換える手段としてシャッタなどを設ければよく、上記手段の代わりに結像光学系の瞳の異なる領域について互いに異なる偏光成分を透過させる手段として偏光フィルタを組み合わせたものなどを設け、更に、撮像素子の入射側には上記の異なる偏光成分のうちのいずれかを選択的に透過させる手段を設けるようにしてもよい。これらの場合には、スコープユニットの瞳と結像光学系の瞳とを略一致させることが望ましく、且つ、上記の切り換え手段や偏光を透過させる手段を瞳位置あるいはその近傍に配置することが望ましい。

さらに、立体視を行わない通常観察を行う硬性鏡に対して本発明のTVカメラユニットを使用する場合には、視差を持った複数の画像を得るための手段を動作させないか、あるいは動作させたとしても左右の像のうちの一方を表示しないようにすればよい。ここで、動作させないとは以下の態様が考えられ、すなわち、時分割的に複数の像を切り換える手段が、シャッタなどの通過・遮蔽を切換える手段である場合には、全面透過状態とすればよい。また、スコ



ープユニットから射出する光量が十分多い場合には、一部透過、一部遮蔽の状態でもよい。

本発明のTVカメラユニットでは1つの結像光学系を使用しているから、視差を持つ2つの像を形成するための光学系が左右共通であり、製造誤差に伴う像の変化は左右共通に発生する。このため、左右像の倍率誤差、ピント位置のずれが少ない。また、部品点数が少ないため組立性も良くなる。

なお、本発明は、以上述べた実施例のみに限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形実施可能である。

#### 産業上の利用可能性

以上述べたように本発明によれば、立体視内視鏡システムは、1つ以上の伝送光学系を備えるスコープユニットと、このスコープユニットから射出した光束を結像させる1つの結像光学系及びこの結像光学系を通過した像を撮像する撮像素子を備えるTVカメラユニットとを有し、スコープユニットとTVカメラユニットとが互いに着脱自在であり、前記TVカメラユニット内に設けた複画像分離手段で、複数の画像に分離できる。また、内視鏡用TV撮像システムは、挿入部を有するスコープユニットと、このスコープユニットに装着可能なTVカメラユニットとを備え、TVカメラユニットは単一の結像光学系と、この結像光学

系の瞳を時間的に分割する瞳分割部材と、結像光学系により形成された像を光電変換するための撮像素子とを内蔵し、結像光学系の瞳に含まれる２つの部分領域に対して、一方が透過で他方が遮蔽である状態と、前記一方が遮蔽で前記他方が透過である状態とを時間的に切り換えて複数の画像に分離できる。

## 請 求 の 範 囲

## 1. 立体視内視鏡システムは、

細長な挿入部に配設した1つ以上の対物光学系及びこの対物光学系で結像した物体像を伝送する1つ以上の伝送光学系を備えるスコープユニットと、

このスコープユニットから射出した光束を結像させる1つの結像光学系及びこの結像光学系を通過した像を撮像する撮像手段を備えるTVカメラユニットとを有し、

前記スコープユニットと前記TVカメラユニットとは互いに着脱自在であって、前記TVカメラユニット内に、複数の画像を分離する画像分離手段を設けている。

## 2. クレーム1の立体視内視鏡システムであって、

前記スコープユニットと前記TVカメラユニットとは、スコープユニットに設けられた絞りの外形部に、TVカメラユニットに設けたスコープ接続部を嵌合させて着脱自在であるもの。

## 3. クレーム1の立体視内視鏡システムであって、

前記TVカメラユニット内の複数の画像を分離する画像分離手段が、画像を時間的に分離する手段であるもの。

## 4. クレーム1の立体視内視鏡システムであって

前記TVカメラユニット内の複数の画像を分離する画像分離手段が、画像を偏光により分離する手段であるもの。

## 5. クレーム1の立体視内視鏡システムであって

前記スコープユニットに複数の開口を有する絞り、あるいは複数の射出瞳を設けたもの。

6. クレーム 1 の立体視内視鏡システムであって、

前記 TV カメラユニットに複数の開口を有する絞りを設けたもの。

7. クレーム 1 の立体視内視鏡システムであって

前記複数の画像を分離する画像分離手段及び前記 1 つの結像光学系を有する 1 つの TV カメラユニットに、外径、画角、射出瞳径、射出瞳間隔あるいは立体視内視鏡光学系のタイプのうち少なくとも 1 つが異なる複数のスコープユニットが着脱自在であるもの。

8. クレーム 3 の立体視内視鏡システムであって、

前記複数の画像を時間的に分離する手段が液晶シャッターであるもの。

9. クレーム 4 の立体視内視鏡システムであって、

前記複数の画像を偏光により分離する手段が偏光板と偏光ビームスプリッタとの組合せであるもの。

10. クレーム 4 の立体視内視鏡システムであって、

前記複数の画像を偏光により分離する手段が偏光板とスリット状偏光板との組合せであるもの。

11. クレーム 3 またはクレーム 4 の立体視内視鏡システムであって、

前記 TV カメラユニットの結像光学系がズームレンズであるもの。

1 2. クレーム 3 または クレーム 4 の立体視内視鏡システムであって、

前記複数の画像を時間的に分離する手段あるいは複数の画像を偏光により分離する手段は、レーザー光カット、赤外光カット、色補正等、分光特性を変化させる機能を一体にしたもの。

1 3. クレーム 1 または クレーム 2 の立体視内視鏡システムであって、

前記スコープユニットと TV カメラユニットとが互いに長手方向を軸にして回転可能であるもの。

1 4. クレーム 1 または クレーム 2 の立体視内視鏡システムであって、

前記 TV カメラユニットに着脱自在な各スコープユニットの結合部分の形状が同形状であるもの。

1 5. クレーム 8 の立体視内視鏡システムであって、

前記液晶シャッターが電界効果型液晶シャッターであるもの。

1 6. クレーム 8 または クレーム 1 5 の立体視内視鏡システムであって、

さらに、前記液晶シャッターに絞り機能を付加したもの。

1 7. 立体視内視鏡システムは、

狭い部位に挿入可能な細長な挿入部を有するスコープユニットと、

このスコープユニットに着脱可能なTVカメラユニットとで構成され、

前記スコープユニットは、単一の光軸を有する観察光学系を備え、

前記TVカメラユニットは、単一の結像光学系と、この結像光学系の瞳を時間的に分割する手段と、前記結像光学系により形成された像を光電変換するための単一の撮像手段とを内蔵し、

前記瞳を時間的に分割する手段は、前記結像光学系の瞳に含まれる2つの部分領域に対して、一方が透過で他方が遮蔽である状態と、前記一方が遮蔽で前記他方が透過である状態とを時間的に切替えるもの。

18. クレーム17の立体視内視鏡システムであって、

前記スコープユニットの単一の光軸を有する観察光学系は、物体側から順に対物光学系、伝送光学系、接眼光学系とで構成され、

前記接眼光学系を通して形成される像の位置が目視観察可能な視度に設定されているもの。

19. クレーム17の立体視内視鏡システムであって、

前記スコープユニットの単一の光軸を有する観察光学系は、物体側から順に、対物光学系、伝送光学系で構成され、

前記伝送光学系の最終像の位置がスコープユニット内に存在するもの。

20. クレーム17の立体視内視鏡システムであって、  
さらに、前記スコープユニットと、前記TVカメラユニットとの接続部に回転可能なマウント機構を備え、  
前記スコープユニットの挿入部が、前記スコープユニットの観察光学系の光軸を回転軸にして、前記TVカメラユニットに対して相対的に回転可能であるもの。
21. クレーム17の立体視内視鏡システムであって、  
前記スコープユニットは、前記TVカメラユニットとの接続部付近の射出瞳位置近傍に、左右の像の光束を分離するための2つの開口を有する絞りを有するもの。
22. クレーム17の立体視内視鏡システムであって、  
前記TVカメラユニットの結像光学系にズーム機構を備えるもの。
23. クレーム17の立体視内視鏡システムであって、  
前記TVカメラユニットはマニュアルフォーカス機構を備えるもの。
24. クレーム17の立体視内視鏡システムであって、  
前記TVカメラユニットはオートフォーカス機構を備えるもの。
25. クレーム24の立体視内視鏡システムであって、  
前記オートフォーカス機構は、前記結像光学系の瞳に含まれる2つの部分領域から別個に取得した2つの画像の略画面中心部において、2つの画像の水平方向のずれ量を検出し、このずれを無くすように結像光学系の少なくとも



も一部もしくは撮像手段を光軸方向に移動させて行うもの。

26. クレーム17の立体視内視鏡システムであって、

さらに、前記TVカメラユニットは、狭い部位に挿入可能な細長い挿入部を有するスコープユニットに装着可能な結合部を備え、

前記TVカメラユニットに、単一の結像光学系と、この結像光学系の瞳を時間的に分割する手段と、前記結像光学系により形成された像を光電変換するための撮像手段とを内蔵し、

前記瞳を時間的に分割する手段は、前記結像光学系の瞳に含まれる2つの部分領域に対して、一方が透過で他方が遮蔽である状態と、前記一方が遮蔽で前記他方が透過である状態とを時間的に切り換えるもの。

27. クレーム17の立体視内視鏡システムであって

さらに、前記TVカメラユニットは、狭い部位に挿入可能な細長い挿入部を有するスコープユニットに装着可能な結合部を備え、

前記TVカメラユニットに、単一の結像光学系と、この結像光学系の瞳を分割する手段と、前記結像光学系により形成された像を光電変換するための撮像手段とを内蔵し、

前記瞳を分割する手段は、前記結像光学系の瞳に含まれる2つの部分領域に対して、一方に入射する光のうち特定の性質を持つ成分を透過し、他方に入射する光のうち

前記特定の性質と異なる性質を持つ成分を透過し、

前記撮像手段は、前記２つの部分領域を透過した光束を撮像するもの。

２８．内視鏡用ＴＶ撮像システムは、

狭い部位に挿入可能な細長い挿入部を有するスコープユニットと、

前記スコープユニットに装着可能なＴＶカメラユニットとを備え、

前記ＴＶカメラユニットは単一の結像光学系と、この結像光学系の瞳を時間的に分割する手段と、前記結像光学系により形成された像を光電変換するための撮像手段とを内蔵し、

前記瞳を時間的に分割する手段は、前記結像光学系の瞳に含まれる２つの部分領域に対して、一方が透過で他方が遮蔽である状態と、前記一方が遮蔽で前記他方が透過である状態とを時間的に切り換えるもの。

２９．内視鏡用ＴＶ撮像システムは、

狭い部位に挿入可能な細長い挿入部を有するスコープユニットと、

前記スコープユニットに装着可能なＴＶカメラユニットとを備え、

前記ＴＶカメラユニットは単一の結像光学系と、この結像光学系の瞳を分割する手段と、前記結像光学系により形成された像を光電変換するための撮像手段とを内蔵し、

前記瞳を分割する手段は、前記結像光学系の瞳に含まれる２つの部分領域に対して、一方に入射する光のうち特定の性質を持つ成分を透過し、他方に入射する光のうち前記特定の性質と異なる性質を持つ成分を透過させるものであり、

前記撮像手段は前記２つの部分領域を透過した光束を撮像するもの。

３０．クレーム２６またはクレーム２７の立体視内視鏡システムであって、

前記ＴＶカメラユニットは、狭い部位に挿入可能な細長い挿入部を有し、立体観察のための複数の光束を射出する立体スコープユニットと、狭い部位に挿入可能な細長い挿入部を有し、通常観察のための単一の光束を射出する単眼スコープユニットとのいずれにも装着可能であるもの。

３１．クレーム２８またはクレーム２９の内視鏡用ＴＶ撮像システムであって、

前記ＴＶカメラユニットは、狭い部位に挿入可能な細長い挿入部を有し、立体観察のための複数の光束を射出する立体スコープユニットと、狭い部位に挿入可能な細長い挿入部を有し通常観察のための単一の光束を射出する単眼スコープユニットとのいずれにも装着可能であるもの。

３２．クレーム３０の立体視内視鏡システムであって、

前記立体スコープユニットは、前記挿入部の先端に配置した対物レンズ系と、この対物レンズ系と同軸に配置

したリレーレンズ系と、このリレーレンズ系の射出光から視差を持つ複数の像を形成するための複数の光束を取り出す複数の開口を持つ絞り手段とを備えるもの。

33. クレーム31の内視鏡用TV撮像システムであって、

前記立体スコープユニットは、前記挿入部の先端に配置した対物レンズ系と、この対物レンズ系と同軸に配置したリレーレンズ系と、このリレーレンズ系の射出光から視差を持つ複数の像を形成するための複数の光束を取り出す複数の開口を持つ絞り手段とを備えるもの。

34. クレーム30の立体視内視鏡システムであって、

前記挿入部の先端に配置した対物レンズ系と、この対物レンズ系と同軸に配置したリレーレンズ系と、このリレーレンズ系の射出光から視差を持つ複数の像を形成するための複数の光束を取り出す複数の開口を持つ絞り手段とを有する立体スコープユニットを複数備え、

1つの立体スコープユニットの前記絞り手段の持つ複数の開口の間隔と、他の立体スコープユニットの前記絞り手段の持つ複数の開口の間隔とが異なるもの。

35. クレーム31の内視鏡用TV撮像システムであって、

前記挿入部の先端に配置した対物レンズ系と、この対物レンズ系と同軸に配置したリレーレンズ系と、このリレーレンズ系の射出光から視差を持つ複数の像を形成するための複数の光束を取り出す複数の開口を持つ絞り手段とを有する立体スコープユニットを複数備え、

1つの立体スコープユニットの前記絞り手段の持つ複数の開口の間隔と、他の立体スコープユニットの前記絞り手段の持つ複数の開口の間隔とが異なるもの。

36. クレーム30の立体視内視鏡システムであって、

前記立体スコープユニットは、前記挿入部の先端に配置した複数の対物レンズ系と、これら対物レンズ系と同軸に配置した複数のリレーレンズ系とを備えるもの。

37. クレーム31の内視鏡用TV撮像システムであって、

前記立体スコープユニットは、前記挿入部の先端に配置した複数の対物レンズ系と、これら対物レンズ系と同軸に配置した複数のリレーレンズ系とを備えるもの。

38. クレーム30の立体視内視鏡システムであって、

前記立体スコープユニットは、前記挿入部の先端に配置した複数の対物レンズ系と、これら複数の対物レンズ系のいずれから入射した光をも伝送できるように前記対物レンズ系に対して光軸をずらして配置した前記対物レンズ系より径の大きいリレーレンズ系とを備えるもの。

39. クレーム31の内視鏡用TV撮像システムであって、

前記立体スコープユニットは、前記挿入部の先端に配置した複数の対物レンズ系と、これら複数の対物レンズ系のいずれから入射した光をも伝送できるように前記対物レンズ系に対して光軸をずらして配置した前記対物レンズ系より径の大きいリレーレンズ系とを備えるもの。

40. クレーム30の立体視内視鏡システムであって、

前記単眼スコープユニットは、前記挿入部の先端に配置した互いの視野方向が異なる複数の対物レンズ系と、これら複数の対物レンズからの光を伝送するためのリレーレンズ系とを備えるもの。

4 1. クレーム 3 1 の内視鏡用 T V 撮像システムであって、

前記単眼スコープユニットは、前記挿入部の先端に配置した互いの視野方向が異なる複数の対物レンズ系と、これら複数の対物レンズからの光を伝送するためのリレーレンズ系とを備えるもの。

4 2. クレーム 2 7 の立体視内視鏡システムであって、

前記特定の性質を持つ成分が前記領域を透過する光の第 1 の偏光成分であり、他の性質を持つ成分が前記第 1 の偏光成分と直交する第 2 の偏光成分であるもの。

4 3. クレーム 2 9 の内視鏡用 T V 撮像システムであって、

前記特定の性質を持つ成分が前記領域を透過する光の第 1 の偏光成分であり、他の性質を持つ成分が前記第 1 の偏光成分と直交する第 2 の偏光成分であるもの。

4 4. クレーム 4 2 の立体視内視鏡システムであって、

前記光束を分離する手段は、偏光ビームスプリッタであり、

前記撮像手段は、前記偏光ビームスプリッタによって分離された前記第 1、第 2 の偏光成分を個別に受ける複数の固体撮像素子を有するもの。

4 5. クレーム 4 3 の内視鏡用 T V 撮像システムであって、

前記光束を分離する手段は、偏光ビームスプリッタであり、

前記撮像手段は、前記偏光ビームスプリッタによって分離された前記第1、第2の偏光成分を個別に受ける複数の固体撮像素子を有するもの。

46. クレーム42の立体視内視鏡システムであって、

前記光束を分離する手段は、前記第2の偏光成分を遮蔽し第1の偏光成分を透過する第1の偏光素子と、前記第1の偏光成分を遮蔽し第2の偏光成分を透過する第2の偏光素子とを多数並列配置してなる複合偏光子とであり、前記複合偏光子が1つの撮像素子の入射側に配置されているもの。

47. クレーム43の内視鏡用TV撮像システムであって、

前記光束を分離する手段は、前記第2の偏光成分を遮蔽し第1の偏光成分を透過する第1の偏光素子と、前記第1の偏光成分を遮蔽し第2の偏光成分を透過する第2の偏光素子とを多数並列配置してなる複合偏光子とであり、前記複合偏光子が1つの撮像素子の入射側に配置されているもの。

48. クレーム26の立体視内視鏡システムであって、

前記瞳を分割する手段は、前記結像光学系の光軸を含む1つの領域を透過状態とする第1の状態と、前記結像光学系の瞳に含まれる2つの部分領域に対して、一方が透過で他方が遮蔽である状態と、前記一方が遮蔽で前記他方



が透過である状態とを時間的に切り換える第2の状態とが切り換え可能であるもの。

49. クレーム28の内視鏡用TV撮像システムであって、

前記瞳を分割する手段は、前記結像光学系の光軸を含む1つの領域を透過状態とする第1の状態と、前記結像光学系の瞳に含まれる2つの部分領域に対して、一方が透過で他方が遮蔽である状態と、前記一方が遮蔽で前記他方が透過である状態とを時間的に切り換える第2の状態とが切り換え可能であるもの。

50. クレーム26またはクレーム48の立体視内視鏡システムであって、

前記瞳を分割する手段は、前記2つの部分領域の間隔を変更することが可能であるもの。

51. クレーム28またはクレーム49の内視鏡用TV撮像システムであって、

前記瞳を分割する手段は、前記2つの部分領域の間隔を変更することが可能であるもの。

52. クレーム26またはクレーム48の立体視内視鏡システムであって、

前記瞳を分割する手段は、前記2つの部分領域を結ぶ線の向きを変更することが可能であるもの。

53. クレーム28またはクレーム49の内視鏡用TV撮像システムであって、

前記瞳を分割する手段は、前記2つの部分領域を結

ぶ線の向きを変更することが可能であるもの。

54. クレーム50立体視内視鏡システムであって、

前記瞳を分割する手段が同心円状に配置された複数の電極と放射線状に配置された複数の電極とを設けた液晶シャッターであり、

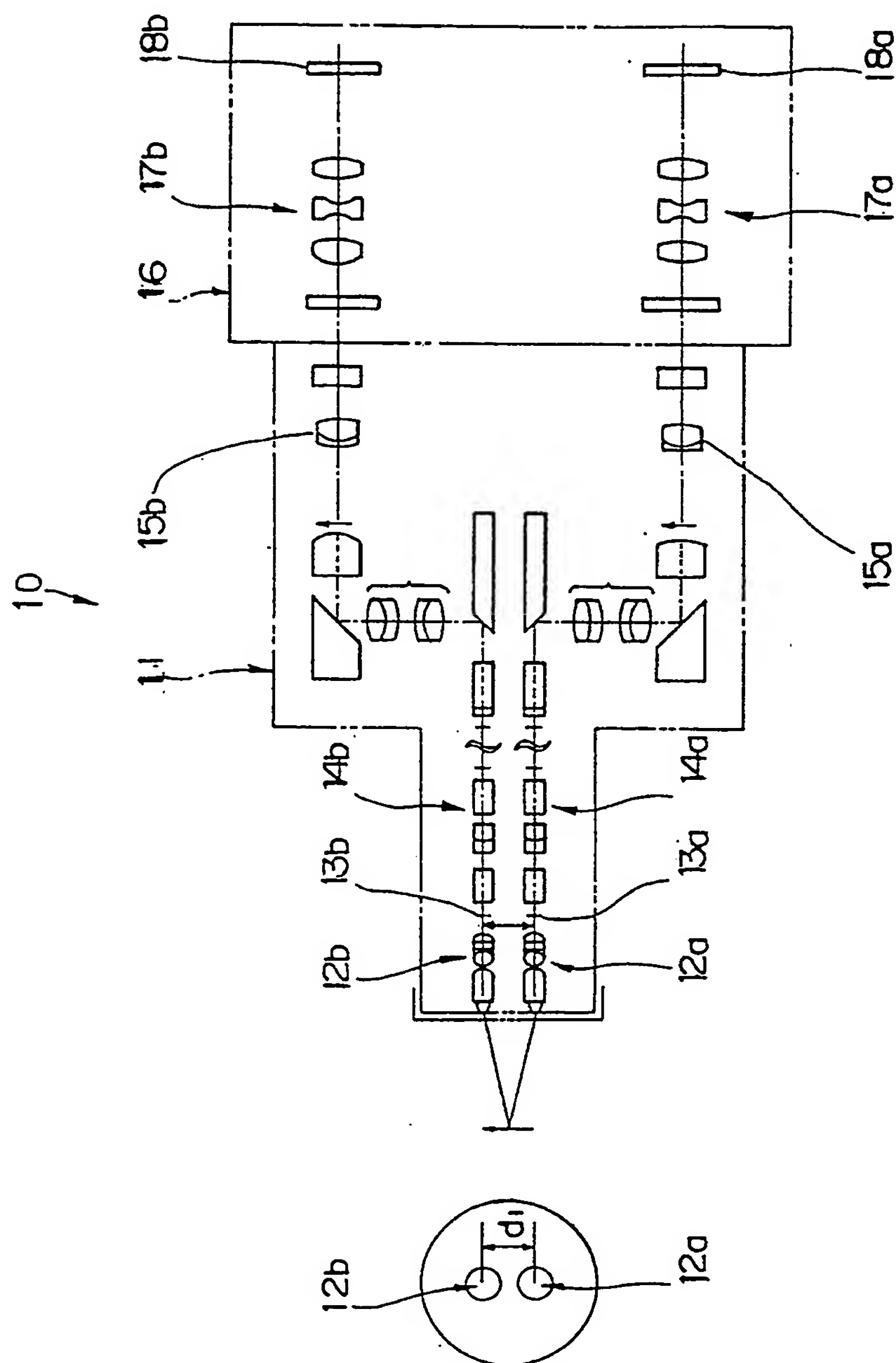
この液晶シャッターに前記同心円と放射線とによって区切られる任意の部分領域について選択的透過状態と遮蔽状態を切り換えるための駆動手段を更に設けたもの。

55. クレーム51内視鏡用TV撮像システムであって、

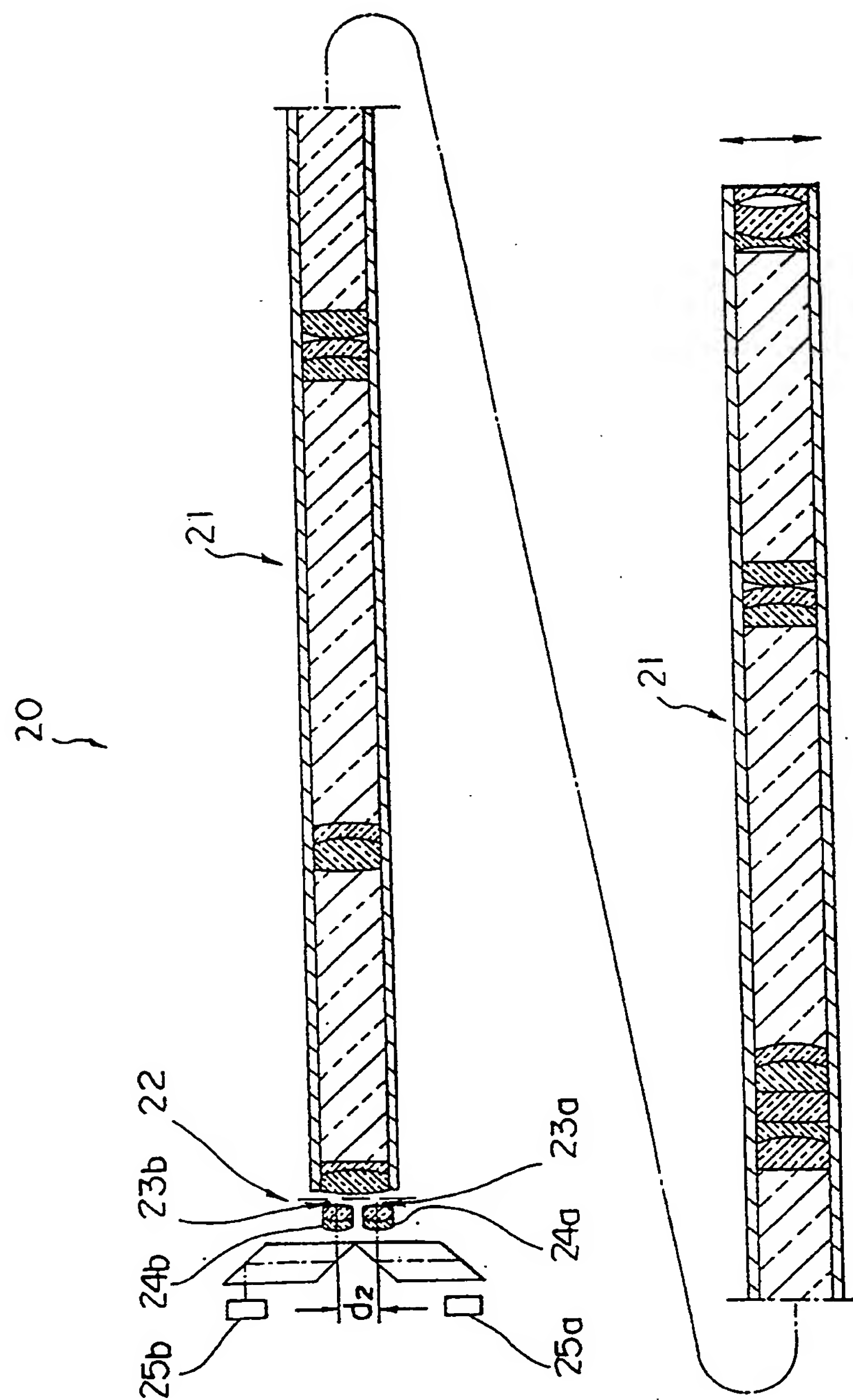
前記瞳を分割する手段が同心円状に配置された複数の電極と放射線状に配置された複数の電極とを設けた液晶シャッターであり、

この液晶シャッターに前記同心円と放射線とによって区切られる任意の部分領域について選択的透過状態と遮蔽状態を切り換えるための駆動手段を更に設けたもの。

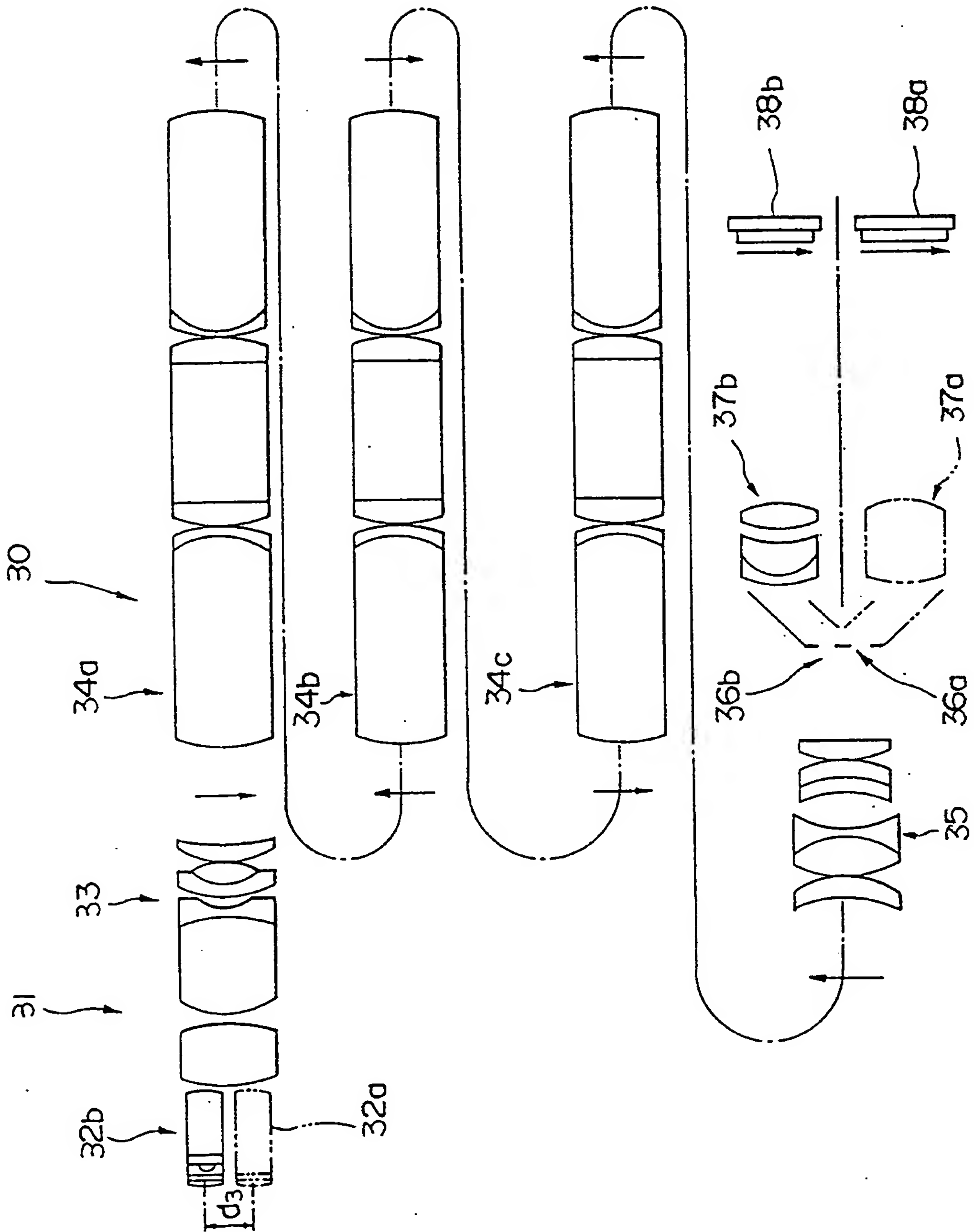
第 1 図



第 2 圖



第 3 図



第 4 図

